6M

УДК 61:004.45

В.П. Марценюк, А.В. Семенец
Тернопольский государственный медицинский университет им. И.Я. Горбачевского, Украина

О структуре базы данных информационной системы проверки знаний в медицинском образовании

Целью данной работы является практическая реализация базы данных информационной системы проверки знаний в медицинском образовании. Предложена концептуальная информационная модель базы данных. Разработано внутреннее представление базы данных, которое практически реализовано в СУРБД Firebird.

Введение

Проблема качественного контроля знаний особенно актуальна для медицинского образования. Одним из инструментов для получения управляющей педагогической информации являются результаты тестирования. По сравнению с традиционными формами контроля (напр. письменные экзамены) тесты часто оказываются более объективным и качественным способом контроля. Результат стандартизированного тестирования позволяет к тому же сопоставить уровень отдельного объекта (учащегося, группы) по предмету в целом (или по отдельным темам) со средним уровнем или со сходным объектом.

Однако вместо полноценных тестов используются тестовые задания – набор вопросов с вариантами ответов, которые, возможно, и полезны, но не являются тестами по своей сути. Это приводит к упрощению тестирования до простого опроса и дискредитирует сам метод тестирования, хотя в зарубежной практике он признан одним из наиболее надежных средств массового контроля достижений учащихся [1]. Основы теории тестирования были заложены в начале XX века и активно развивались до начала 70-х годов. В 1968 году Ф. Лорд и М. Новик [1], [2] сформулировали основные постулаты математической модели классической теории тестирования.

В связи с возрастающим использованием современной компьютерной техники при определении уровня обученности абитуриентов и ее широким внедрением в практику работы образовательных организаций возникает задача подготовки тестовых заданий, создания технологии тестирования, рассчитанной на массового пользователя.

Современные информационные системы (ИС), в том числе и образовательные, представляют собой конкретные программные приложения, каждое из которых работает с определенным набором информации – базой данных [3]. База данных – это единое хранилище данных, которое однократно определяется, а затем используется одновременно многими пользователями – представителями разных подразделений [4].

При разработке новой информационной системы особо следует отметить важность интеграции с уже существующими ИС, которые используются или планируются к использованию в данном учебном заведении. Без интеграции и совместного использования данных всех ИС невозможно построение единого информационного пространства современного учебного заведения [3].

Цель данной работы – представить практическую реализацию базы данных информационной системы проверки знаний в медицинском образовании.

1. Выбор системы управления базой данных

В Тернопольском государственном медицинском университете им. И.Я. Горбачевского (ТДМУ) в данный момент проводится эксперимент по внедрению комплексного тестирования как одного из методов контроля знаний студентов. Для технического обеспечения подготовки и проведения тестирования на кафедре медицинской информатики разрабатывается информационная система проверки знаний в медицинском образовании (ИСПЗМО). Данная система относится к информационно-управляющим системам (ИУС) [5].

Основные функции разрабатываемой ИУС:

– создание, редактирование и хранение структуры учебных дисциплин;
– создание, редактирование и хранение списка тестовых заданий к учебным дисциплинам;
– создание, редактирование и хранение списка студентов учебного заведения;
– создание и хранение тестовых заданий;
– формирование заданий для проведения тестирования;
– получение и хранение результатов тестирования;
– формирование отчётности по результатам тестирования;
– обмен данными с АСУ «Контингент».

Все современные ИУС используют базы данных для внутреннего хранения информации. При этом возникает вопрос о выборе модели данных и соответственно системы управления базой данных (СУБД).

Естественным видится использование реляционной модели данных, как доминирующей на рынке. Большинство современных СУБД ориентированы на использование именно этой модели данных, и по этой причине их функциональность весьма однотипна [4]. В этом случае, выбор конкретной СУБД может определяться второстепенными факторами.

В качестве системы управления базой данных для технической реализации проекта ИПЗСМО была выбрана СУБД Firebird [6]. Основные причины такого выбора:

– Firebird – свободно распространяемое, бесплатное программное обеспечение, что весьма актуально для учебного заведения;
– данная СУБД используется в АСУ «Контингент», предназначенной для автоматизации управленческой деятельности в медицинском учебном заведении;
– небольшие системные требования к компьютеру-серверу базы данных при высокой продуктивности и надёжности [6];
– хорошая поддержка в современных инструментальных системах.

2. Концептуальное представление информационной модели базы данных ИПЗСМО

Основой проекта базы данных является её информационная модель – средство формирования представления о данных и их использования в конкретных условиях [7].

Большинство современных приложений баз данных построены с использованием трехуровневой архитектуры, целью которой является отделение пользовательского представления базы данных от ее физического представления. **Внешний уровень** есть представление базы данных с точки зрения пользователей. Так как пользователей системы может быть много, то и внешних уровней может быть несколько. **Концептуальный уровень** включает обобщающее представление базы данных. Этот уровень описывает то, какие данные хранятся в базе данных, а также связи, существующие между ними. **Внутренний уровень** – это физическое представление базы данных в компьютере, который определяется выбранной СУБД.

В процессе разработки проекта ИСПЗМО были определены следующие внешние представления:
– преподавателя (лаборанта) кафедры;
– администратора кафедры;
– инспектора (оператора) центра тестирования;
– администратора центра тестирования;
– учащегося (испытуемого).

Также были определены основные объекты информационной модели базы данных ИСПЗМО:
– учебная дисциплина;
– тестовый вопрос;
– тест по учебной дисциплине;
– список учащихся;
– результаты выполнения тестов учащимися;
– пользователи системы.

Для разработки концептуального представления информационной модели базы данных внешние представления были обобщены, как показано в табл. 1.

Таблица 1 – Обобщение внешних представлений базы данных

Объекты базы данных / Внешнее представление	Учебная дисциплина	Тестовый вопрос	Тест	Учащиеся	Результаты тестирования	Пользователи
Преподавателя (лаборанта)	С (Л)	И (Л)	С (Л)	С (Г)	С (Л)	Ч
Администратора кафедры	И (Л)	И (Л)	И (Л)	С (Г)	И (Л)	И (Л)
Испектора (оператора) ЦТ	И (Л)	И (Г)	И (Л)	И (Г)	И (Л)	Н
Администратора ЦТ	П	П	П	П	П	П
Учащегося (испытуемого)	С (Л)	Ч	С (Л)	Н	С (Л)	Ч

Примечание. Условные обозначения: С – просмотр списка, И – изменение данных, П – полный доступ, Ч – чтение, Н – нет доступа, (Л) – локально (внутри группы, кафедры), (Г) – глобально (внутри базы данных).

Как видно из табл. 1, согласованность внешних представлений довольно высока, большинство пользователей будет работать с идентичными данными, более того – с возможностью их изменения. Упрощенная информационная модель базы данных ИСПЗМО представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Упрощенная информационная модель базы данных ИСПЗМО

Следует отметить, что объект «Учащиеся» также может выступать в роли пользователей системы при проведении онлайн тестирования.

3. Внутренняя структура базы данных ИСПЗМО

В процессе дальнейшей разработки базы данных ИСПЗМО было произведено:

– определение информационных атрибутов основных объектов базы данных и их типов данных;
– нормализацию для оптимизации структуры базы данных и их типов данных;
– определение дополнительных объектов информационной модели по результатам нормализации, их атрибутов и типов данных;
– уточнение связей между основными и дополнительными объектами.

Рассмотрим более детально полученную внутреннюю структуру базы данных ИСПЗМО, которая была разработана на основе концептуальной информационной модели (КИМ). Общий вид полученного в результате указанных операций внутреннего представления базы данных ИСПЗМО показан на рис. 2. Все связи между таблицами базы данных имеют тип «один-ко-многим» [4]. Далее будет указана структура таблиц базы данных, их соотношение с объектами КИМ и назначение отдельных полей таблиц.

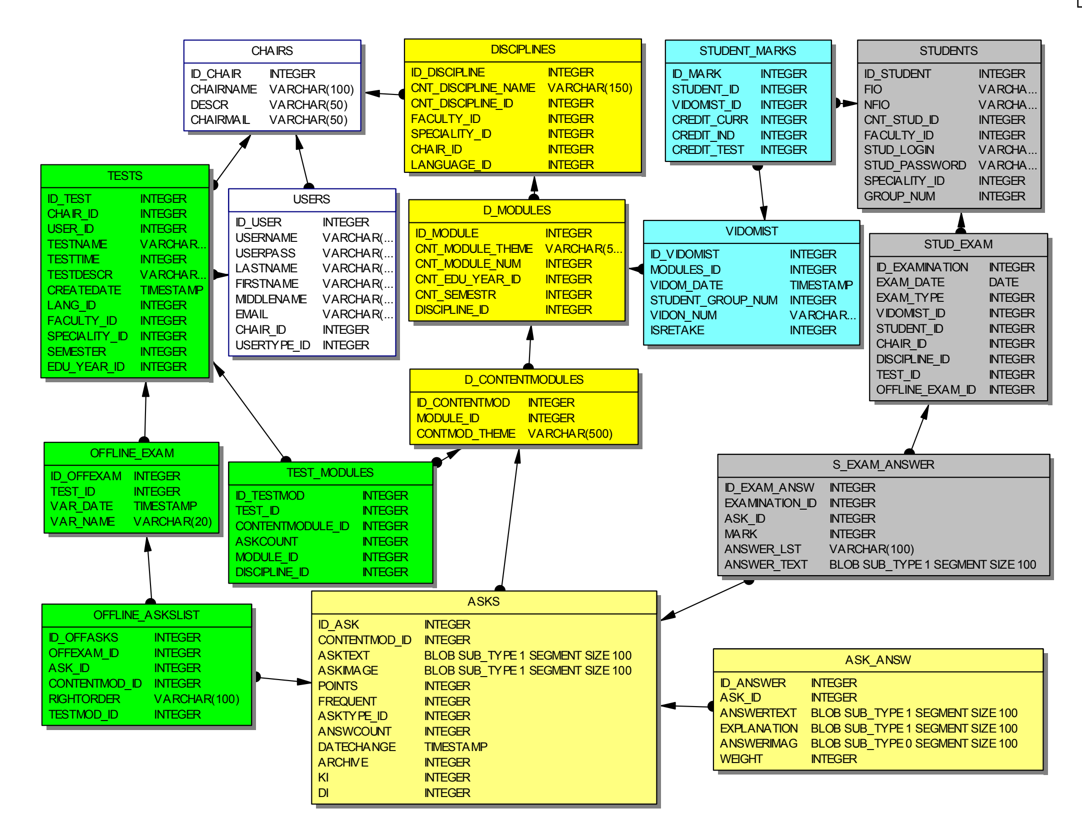


Рисунок 2 – Внутреннее представление базы данных ИСПЗМО

3.1. Объект КИМ «Пользователи системы»

При разработке внутреннего представления базы данных для этого объекта КИМ было создано две таблицы:

– CHAIRS – предназначена для хранения информации о подразделениях медицинского учебного заведения (кафедры, деканаты и т.д.);

– USERS – служит для хранения информации о тех пользователях в каждом подразделении, которые имеют доступ к ИСПЗМО.

Таблица 2 – Структура таблицы «CHAIRS»

Название	Тип данных	Назначение
ID_CHAIR	INTEGER	Первичный ключ
CHAIRNAME	VARCHAR(100)	Название подразделения
DESCR	VARCHAR(50)	Описание (напр. функции подразделения)
CHAIRMAIL	VARCHAR(50)	Адрес электронной почты для связи

Таблица 3 – Структура таблицы «USERS»

Название	Тип данных	Назначение
ID_USER	INTEGER	Первичный ключ
USERNAME	VARCHAR(30)	Логин пользователя для входа в систему
USERPASS	VARCHAR(30)	Пароль пользователя для входа в систему
LASTNAME	VARCHAR(50)	Фамилия пользователя
FIRSTNAME	VARCHAR(50)	Имя пользователя
MIDDLENAME	VARCHAR(50)	Отчество пользователя
EMAIL	VARCHAR(50)	Адрес электронной почты для связи
CHAIR_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей CHAIRS
USERTYPE_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником типов пользователей

3.2. Объект КИМ «Учебная дисциплина»

При разработке внутреннего представления базы данных для этого объекта КИМ были учтены требования Болонской декларации и поэтому данные хранятся в трех таблицах:

– DISCIPLINES – предназначена для хранения общей информации об учебных дисциплинах;
– D_MODULES – служит для хранения информации обо всех модулях (единицах контроля) данной учебной дисциплины;
– D_CONTENTMODULES – хранит информацию о смысловых модулях (темах) данного модуля учебной дисциплины.

Таблица 4 – Структура таблицы «DISCIPLINES»

Название	Тип данных	Назначение
ID_DISCIPLINE	INTEGER	Первичный ключ
CNT_DISCIPLINE_NAME	VARCHAR(150)	Название учебной дисциплины
CNT_DISCIPLINE_ID	INTEGER	Код учебной дисциплины в базе данных АСУ «Контингент»
FACULTY_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником факультетов
SPECIALITY_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником учебных специальностей
CHAIR_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей CHAIRS
LANGUAGE_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником языков преподавания

Примечание. Значения полей CNT_DISCIPLINE_NAME и CNT_DISCIPLINE_ID должны соответствовать информации в базе данных АСУ «Контингент».

Таблица 5 – Структура таблицы «D_MODULES»

Название	Тип данных	Назначение
ID_MODULE	INTEGER	Первичный ключ
CNT_MODULE_THEME	VARCHAR(500)	Название модуля учебной дисциплины
CNT_MODULE_NUM	INTEGER	Порядковый номер модуля
CNT_EDU_YEAR_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником учебных периодов
CNT_SEMESTR	INTEGER	Семестр контроля для данного модуля
DISCIPLINE_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей DISCIPLINES

Примечание. Значения полей CNT_MODULE_THEME, CNT_MODULE_NUM, CNT_EDU_YEAR_ID и CNT_SEMESTR должны соответствовать информации в базе данных АСУ «Контингент».

Таблица 6 – Структура таблицы «D_CONTENTMODULES»

Название	Тип данных	Назначение
ID_CONTENTMOD	INTEGER	Первичный ключ
MODULE_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей D_MODULES
CONTMOD_THEME	VARCHAR(500)	Название смыслового модуля учебной дисциплины

3.3. Объект КИМ «Тестовый вопрос»

С точки зрения классической теории тестирования [1], этот объект КИМ является **базой заданий**, то есть одним из важнейших элементов ИСПЗМО. При разработке внутреннего представления базы данных для него было создано две таблицы:

– ASKS – предназначена для хранения информации собственно о тестовых вопросах по выбранному смысловому модулю учебной дисциплины;

– ASK_ANSW – служит для хранения информации обо всех ответах на данный тестовый вопрос.

Таблица 7 – Структура таблицы «ASKS»

Название	Тип данных	Назначение
ID_ASK	INTEGER	Первичный ключ
CONTENTMOD_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей D_CONTENTMODULES
ASKTEXT	BLOB	Текст вопроса
ASKIMAGE	BLOB	Иллюстрация к вопросу
POINTS	INTEGER	Уровень сложности вопроса (задается преподавателем)
FREQUENT	INTEGER	Частота использования вопроса
ASKTYPE_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником типов вопросов
ANSWCOUNT	INTEGER	Количестов ответов
DATECHANGE	TIMESTAMP	Дата последних изменений
ARCHIVE	INTEGER	Архивный статус
KI	INTEGER	Коэффициент решаемости вопроса
DI	INTEGER	Коэффициент селективности вопроса

Таблица 8 – Структура таблицы «ASK_ANSW»

Название	Тип данных	Назначение
ID_ANSWER	INTEGER	Первичный ключ
ASK_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей ASKS
ANSWERTEXT	BLOB	Текст ответа
EXPLANATION	BLOB	Объяснение к ответу
ANSWERIMAG	BLOB	Иллюстрация к ответу
WEIGHT	INTEGER	Вес ответа

Данная структура имеет несколько преимуществ:

1. Применение полей типа BLOB для хранения текстов вопросов и ответов позволяет использовать расширенное форматирование – разнообразные шрифты, эффекты, цветовое оформление.

2. Поле POINTS служит для предварительного указания уровня сложности вопроса преподавателем, и, следовательно, позволяет создавать тесты с вопросами разной сложности.

3. Благодаря отношению типа «один-ко-многим» между таблицей вопросов ASKS и таблицей ответов ASK_ANSW есть возможность для одного вопроса ввести любое количество ответов.

4. Наличие поля WEIGHT позволяет создавать тестовые вопросы с несколькими правильными ответами разного веса.

3.4. Объект КИМ «Тест по учебной дисциплине»

Сложность при создании внутреннего представления для данного объекта состоит в необходимости реализации как компьютерного (онлайнового), так и оффлайнового тестирования с использованием отпечатанных вариантов тестов (билетов). Для решения этой проблемы было решено использовать структуру из четырёх таблиц:
– TEST – предназначена для хранения информации о тесте в целом (организационное подчинение, время выполнения, дата создания и т.д.);
– TEST_MODULES – используется для хранения информации о списке смысловых модулей дисциплин и количестве вопросов, которые будут включены в данный тест. Благодаря этому, тест может включать произвольное количество вопросов из различных смысловых модулей по нескольким учебным дисциплинам;
– OFFLINE_EXAM – служит для регистрации оффлайновых вариантов тестов (билетов);
– OFFLINE_ASKLIST – предназначена для хранения списка вопросов для каждого варианта оффлайновых тестов (билетов).

Таблица 5 – Структура таблицы «TEST»

Название	Тип данных	Назначение
ID_TEST	INTEGER	Первичный ключ
CHAIR_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей CHAIRS
USER_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей USERS
TESTNAME	VARCHAR(100)	Название теста
TESTTIME	INTEGER	Время выполнения теста (для онлайн-тестов)
TESTDESCR	VARCHAR(200)	Описание теста
CREATEDATE	TIMESTAMP	Дата создания
LANG_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником языков преподавания
FACULTY_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником факультетов
SPECIALITY_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником учебных специальностей
SEMESTER	INTEGER	Номер семестра, в котором проводится тест
EDU_YEAR_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником учебных периодов

Таблица 6 – Структура таблицы «TEST_MODULES»

Название	Тип данных	Назначение
ID_TESTMOD	INTEGER	Первичный ключ
TEST_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей ASKS
CONTENTMODULE_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей D_CONTENTMODULES
ASKCOUNT	INTEGER	Количество вопросов смыслового модуля, которые будут включены в тестовый модуль
MODULE_ID	INTEGER	Индексное поле для указания модуля дисциплины
DISCIPLINE_ID	INTEGER	Индексное поле для указания дисциплины

Таблица 7 – Структура таблицы «OFFLINE_EXAM»

Название	Тип данных	Назначение
ID_OFFEXAM	INTEGER	Первичный ключ
TEST_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей TEST_MODULES
VAR_DATE	TIMESTAMP	Дата создания варианта теста (билета)
VAR_NAME	VARCHAR(20)	Название варианта теста (билета)

Таблица 8 – Структура таблицы «OFFLINE_ASKLIST»

Название	Тип данных	Назначение
ID_OFFASKS	INTEGER	Первичный ключ
OFFEXAM_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей OFFLINE_EXAM
ASK_ID	INTEGER	Индексное поле для указания тестового вопроса
CONTENTMOD_ID	INTEGER	Индексное поле для указания смыслового модуля учебной дисциплины
RIGHTORDER	VARCHAR(100)	Список порядка следования правильных ответов
TESTMOD_ID	INTEGER	Индексное поле для указания тестового модуля

3.5. Объект КИМ «Список учащихся»

Данный объект КИМ во внешнем представлении реализован в виде одной таблицы STUDENTS, в которой хранится информация об учащихся ВУЗа. Структура данной таблицы приведена ниже:

Таблица 9 – Структура таблицы «STUDENTS»

Название	Тип данных	Назначение
ID_STUDENT	INTEGER	Первичный ключ
FIO	VARCHAR(70)	ФИО студента
NFIO	VARCHAR(70)	ФИО студента на иностранном языке
CNT_STUD_ID	INTEGER	Код студента в базе данных АСУ «Контингент»
FACULTY_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником факультетов
SPECIALITY_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей – справочником учебных специальностей
GROUP_NUM	INTEGER	Номер группы
STUD_LOGIN	VARCHAR(30)	Логин студента для входа в систему
STUD_PASSWORD	VARCHAR(30)	Пароль студента для входа в систему

Примечание. Значения полей FIO, NFIO и CNT_STUD_ID должны соответствовать информации в базе данных АСУ «Контингент».

3.6. Объект КИМ «Результаты выполнения тестов учащимися»

Для реализации внутреннего представления этого объекта КИМ было решено использовать две таблицы:

– STUD_EXAM – используется для хранения общей информации о выполнении теста студентом (какой именно тест, дата тестирования, метод его проведения, учебная дисциплина, подразделения, где тест проводился и т.д.);

– S_EXAM_ANSWER – в этой таблице хранится детальная информация обо всех ответах студента на вопросы теста или тестов (код вопроса, список ответов, оценка).

Таблица 10 – Структура таблицы «STUD_EXAM»

Название	Тип данных	Назначение
ID_EXAMINATION	INTEGER	Первичный ключ
EXAM_DATE	DATE	Дата тестирования
EXAM_TYPE	INTEGER	Тип тестирования (онлайновое/оффлайновое)
VIDOMIST_ID	INTEGER	Индексное поле для указания ведомости
STUDENT_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей STUDENTS
CHAIR_ID	INTEGER	Индексное поле для указания подразделения учебного заведения
DISCIPLINE_ID	INTEGER	Индексное поле для указания учебной дисциплины
TEST_ID	INTEGER	Индексное поле для указания теста
OFFLINE_EXAM_ID	INTEGER	Индексное поле для указания оффлайнового варианта теста (билета)

Примечание. Значение поля VIDOMIST_ID должно соответствовать информации в базе данных АСУ «Контингент».

Таблица 11 – Структура таблицы «S_EXAM_ANSWER»

Название	Тип данных	Назначение
ID_EXAM_ANSW	INTEGER	Первичный ключ
EXAMINATION_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей STUD_EXAM
ASK_ID	INTEGER	Внешний ключ для связи с таблицей ASKS
MARK	INTEGER	Оценка за вопрос
ANSWER_LST	VARCHAR(100)	Порядок следования ответов студента
ANSWER_TEXT	BLOB	Текст ответа студента (для вопросов открытого типа)

3.7. Другие объекты базы данных ИСПЗМО

Внутреннее представление базы данных ИСПЗМО содержит также ряд других объектов (таблиц). Два из них отображены на рис. 1 – это таблицы STUDENT_MARKS VIDOMIST. Их структура не будет детально рассмотрена, как для предыдущих объектов, так как они предназначены для интеграции и обмена данными с АСУ «Контингент»:

Кроме того внутреннее представление базы данных ИСПЗМО включает шесть таблиц-справочников, не показанных на рис. 2. Все они имеют простую и однотипную структуру: поле для первичного ключа, одно или несколько текстовых полей для названий параметров, текстовое поле для описания.

Заключение

В работе рассматриваются вопросы практической реализации базы данных информационной системы проверки знаний в медицинском образовании. Предложена концептуальная информационная модель базы данных. Разработано внутреннее представление базы данных, которое практически реализовано в СУРБД Firebird.

Целью последующих исследований должна являться разработка прикладного программного обеспечения для ввода и редактирования данных, а также алгоритма автоматического проектирования тест-билетов.

Литература

1. Булыгин В.Г. Основы автоматизации процесса обучения. – Йошкар-Ола, 2003. – 190 с.
2. Lord P.M., Novic M.R. Statistical Teories of Mental Test Scores. – Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1968.
3. Урнов В. Базы данных – основа всего // ИКТ в образовании. – 2007. – № 4. – С. 5-6.
4. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика: Пер. с англ. – 3-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1440 с.
5. Энциклопедия кибернетики: В 2 т. – К.: Гол.ред УРЕ, 1974.
6. Режим доступа: http://sourceforge.net/projects/firebird.
7. Марценюк В.П. Медицинская информатика. Проектирование и использование баз данных. – Тернополь: Укрмедкнига, 2001. – 178 с.
8. Novic M.R. The Axioms and Principle Results of Classical Test Theory // Journal of Mathematical Psychology. – 1966. – № 3. – P. 1-18.
9. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти. – К.: Ленвіт, 2006. – 35 с .

В.П. Марценюк, А.В. Семенець

Про структуру бази даних інформаційної системи перевірки знань в медичній освіті
Метою даної роботи є практична реалізація бази даних інформаційної системи перевірки знань в медичній освіті. Запропоновано концептуальну інформаційну модель бази даних. Розроблено внутрішнє представлення бази даних, яке практично реалізоване в СУРБД Firebird.

V.P. Martsenyuk, A.V. Semenets

About Database Structure of the Test Knowledge Information System in the Medical Education
The purpose of this work is practical database realization of the test knowledge information system in the medical education. Conceptual information model of the database is presented. A internal database structure also described. A database was practicaly implemented with RDBMS Firebird.

Статья поступила в редакцию 11.11.2008.